

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)2月16日

G 06 F 15/60

6615-5B

審査請求 未請求 発明の数 9 (全14頁)

⑭ 発明の名称 三次元の物体を作成する方法と装置

⑯ 特 願 昭60-173347

⑰ 出 願 昭60(1985)8月8日

⑱ 発 明 者 チャールズ グブリ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 アルカディア フェ  
ユ. ハル アヴィュー アベニュー 419  
⑲ 出 願 人 ユーヴィービー イン アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン ガブリエル  
コーポレイテッド ウォルナット グローブ アベニュー 5100  
⑳ 代 理 人 弁理士 門間 正一

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

三次元の物体を作成する方法と装置

## 2. 特許請求の範囲

1) 三次元の物体を作成する方法に於て、形成しようとする三次元の物体の断面を表す個別の固体積層板を作成し、相次ぐ積層板を粘着により一体化して前記三次元の物体を形成することから成る方法。

2) 特許請求の範囲1)に記載した方法に於て、前記粘着により一体化する工程が、各々の積層板をその直ぐ前の積層板の上に直接的に形成することを含む方法。

3) 流体媒質から三次元の物体を作る方法に於て、流体媒質の所定の面を選択的に凝固させて、形成しようとする三次元の物体の断面を表す積層板を作成し、相次ぐ積層板を自動的に組合せて前記流体媒質から三次元の物体を形成する工程から成る方法。

4) 流体媒質から三次元の物体を作る方法に於

て、所定の相乗的な刺激にตอบสนองして凝固し得る流体媒質の本体を収容し、該媒質の選定された面で該媒質の相次ぐ層を凝固させて、前記三次元の物体を限定する対応する相次ぐ積層板を形成する工程からなる方法。

5) 所定の相乗的な刺激の作用を受けた時に凝固し得る流体媒質から三次元の物体を作る装置に於て、二次元の界面に前記物体を描いて該物体の相次ぐ断面を形成する手段と、前記断面が形成されるのにつれて該断面を移動して、歩進的に前記物体を積上げることにより、略二次元の面から三次元の物体が引き出されるようにする手段とを有する装置。

6) 所定の相乗的な刺激の作用を受けた時に凝固し得る流体媒質から三次元の物体を作る装置に於て、相乗的な刺激にตอบสนองしてその物理的な状態が変態することが出来る流体媒質の本体と、前記流体媒質の中に浸漬されていて、形成される三次元の物体を支持する物体支持手段と、該物体支持手段を前記流体媒質の選定された面から漸進的に

遠ざかる向きに選択的に移動する並進手段と、前記流体媒質の物理的な状態を変えることが出来、前記流体媒質の選定された面の上で所定のパターンで作用して、該面に、形成しようとする三次元の物体の対応する断面積層板を表す薄い固体積層板を作る反応手段とを有し、この為相次ぐ隣接する積層板が発生されて、前記並進手段が前記支持手段を前記選定された面から遠ざかる向きに移動するにつれて、前記物体支持手段の上に前記三次元の物体が形成される様にした装置。

7) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記流体媒質の選定された面に作用する反応手段のグラフィック・パターンを変えるプログラム式制御手段を有する装置。

8) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が入射放射ビームを含んでいる装置。

9) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が電子ビームを含んでいる装置。

10) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が高エネルギー粒子のビームを含

(3)

17) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が、前記選定された面に重なっていて、前記面を放射に対して選択的に露出するパターンを定めたマスクを含んでいる装置。

18) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記並進手段が、形成された時の物体を前記選定された面から遠ざけ且つ更に速く前記流体媒質の中に移動する装置。

19) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記並進手段が、形成された時の物体を前記面から遠ざけ、前記流体媒質の外に移動する装置。

20) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記選定された面に於る反応手段に対する露出が第2の非反応性媒質を介して行なわれる装置。

21) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記流体媒質に対する容器を持ち、前記反応手段に対する前記選定された面の露出が、前記容器の底並びに前記選定された面に隣接する第2の非反応性媒質を介して行なわれる装置。

22) 特許請求の範囲21)に記載した装置に

(5)

んでいる装置。

11) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が光ビームを含んでいる装置。

12) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段がX線を含んでいる装置。

13) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が紫外線ビームを含んでいる装置。

14) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が、前記流体媒質の凝固を誘発する反応性の薬剤のジェットを含んでいる装置。

15) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が、前記選定された面に重なっていて、前記流体媒質の凝固を誘発する薬剤を適用するパターンを定めたマスクを含んでいる装置。

16) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記反応手段が、前記選定された面に重なっていて、前記面を相乗的な刺激に対して選択的に露出するパターンを定めたマスクを含んでいる装置。

(4)

於て、前記第2の非反応性媒質が重水である装置。

23) 特許請求の範囲21)に記載した装置に於て、前記第2の非反応性媒質がエチレン・グリコールである装置。

24) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記積層板が形成される前記選定された面に対する物体の向きを変える為に、前記並進手段の補助となる回転手段を有する装置。

25) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記選定された面を位置決めする流体媒質の液面が可変である装置。

26) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記選定された面を位置決めする流体媒質の液面が一定に保たれる装置。

27) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、前記並進手段が幾つかの運動の自由度を持っている装置。

28) 特許請求の範囲8)に記載した装置に於て、前記選定された面に対する入射放射ビームの精密な焦点を維持する装置。

(6)

29) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、陰極線管の面から出る放射により、前記選定された面の上に前記所定のパターンが形成される装置。

30) 特許請求の範囲6)に記載した装置に於て、発光体像から直接的に出る光によって前記所定のパターンが形成される装置。

31) 計算機によって設計された通りに三次元の物体を直接的に発生する装置に於て、該計算機からグラフィック像出力を取出し、該グラフィック像は前記計算機によって設計された三次元の物体の相次ぐ隣接する断面を限定しており、更に、前記計算機によって設計された前記物体の断面に対応する相次ぐ断面を二次元の界面に描き且つ形成する手段と、該断面が形成される時に該断面を移動して歩進的に物体を積上げる手段とを有し、この為、前記計算機によって設計された三次元の物体が略二次元の面から自動的に引き出される様にした装置。

32) 所定の放射の作用を受けた時にその物理

(7)

変えることが出来る流体媒質の本体と、前記所定の放射を前記流体媒質の選定された面に選ばれたパターンで入射させて、前記面だけに、形成しようとする三次元の物体の断面積層板を突す薄い固体積層板を作る放射源と、相次ぐ隣接した積層板を組合せて、前記流体媒質から三次元の物体を形成する手段とを有する装置。

35) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源が入射放射ビームを含んでいる装置。

36) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源が電子ビームを含んでいる装置。

37) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源が高エネルギー粒子のビームを含んでいる装置。

38) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源が光ビームを含んでいる装置。

39) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源が紫外線ビームを含んでいる装置。

(9)

的な状態を変えることが出来る流体媒質から三次元の物体を作る装置に於て、その物理的な状態を変えることが出来る流体媒質の本体と、該媒質の選定された面を照射して前記面に一体化した相次ぐ面の積層板を作ることにより、該積層板が一緒になって三次元の物体を構成することにより、流体媒質から三次元の物体を形成する手段とを有する装置。

33) 所定の放射の作用を受けた時にその物理的な状態を変えることが出来る流体媒質から三次元の物体を作る方法に於て、その物理的な状態を変えることが出来る流体媒質の本体を収容し、該流体媒質の選定された面を所定のパターンで照射して、前記選定された面に薄い断面積層板を作り、一連のこのような積層板を相次いで反復的に形成して、合せて前記物体を構成する相次ぐ隣接する積層板から所望の三次元の物体を積上げる工程から成る方法。

34) 流体媒質から三次元の物体を作る装置に於て、所定の放射にตอบสนองしてその物理的な状態を

(8)

40) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源がX線を含んでいる装置。

41) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源及びパターンが、前記選定された面に重なっていて、該面を相乗的な刺激に対して選択的に露出するパターンを定めたマスクを含んでいる装置。

42) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記放射源及びパターンが、前記選定された面に重なっていて、該面を放射に対して選択的に露出するパターンを定めたマスクを含んでいる装置。

43) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記選定された面における所定の放射に対する露出が第2の非反応性媒質を介して行なわれる装置。

44) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記流体媒質に対する容器を有し、前記所定の放射に対する前記選定された面の露出が該容器の底並びに前記選定された面に隣接する第2の

(10)

非反応性媒質を介して行なわれる装置。

45) 特許請求の範囲44)に記載した装置に於て、前記第2の非反応性媒質が重水である装置。

46) 特許請求の範囲44)に記載した装置に於て、前記第2の非反応性媒質がエチレン・グリコールである装置。

47) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記選定された面を位置決めする流体媒質の液面が一定に保たれる装置。

48) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記並進手段が幾つかの運動の自由度を持っている装置。

49) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記選定された面に対する所定の放射の精密な焦点が維持される装置。

50) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、陰極線管の面から出てくる放射によって前記選ばれたパターンが前記選定された面の上に形成される装置。

51) 特許請求の範囲34)に記載した装置に

(11)

抵の生産ではプラスチックは射出成形される。設計の時間及び工具のコストが非常に高いから、プラスチック部品は大量生産した場合にしか実用的にならないのが普通である。プラスチック部品を製造する為に、直接的な機械加工、真空成形及び直接成形の様な他の方法を利用することが出来るが、これらの方法は、短期間の生産の場合にだけコスト効果があるのが典型的であり、製造された部品は成形部品よりも品質が劣るのが普通である。

最近、流体媒質の中で三次元の物体を作成する非常にうまい方法が開発された。流体媒質の三次元の容積内の所定の交点で選択的に焦点を結ばせる放射ビームにより、流体媒質が選択的に硬化させられる。この様な三次元の装置の典型が米国特許第4,041,476号、同第4,078,228号、同第4,288,840号及び同第4,288,881号に記載されている。これらの装置はいつでも、種々の大掛りな多重ビーム方式を用いて、流体容積内の他の全ての点を排除して、流体媒容積内の深い所にある選ばれた点で相乗的な付勢を構成することに頼っている。こ

(13)

於て、前記選ばれたパターンが発光体像から直接的に出てくる光によって形成される装置。

52) 特許請求の範囲34)に記載した装置に於て、前記流体媒質の前記選定された面に入射する放射のパターンを変えるプログラム式制御手段を有する装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 【発明の背景】

この発明は一般的に流体媒質から三次元の物体を形成する方法と装置の改良、更に具体的に云えば、三次元の物体が、敏速に、確実に、正確に且つ経済的に形成出来る様に、三次元の物体の製造に製版技術を応用する立体製版に関する。

プラスチックの部品等を製造する場合、この様な部品を最初に設計し、その後、苦労してこの部品の原型を作るのが普通である。これらはいづれも可成り時間、労力及び費用を要する。その後、この設計を検討し、設計が最適になるまで、この手間のかかる過程を何回も繰返す場合が多い。設計が最適になった後、次の工程は製造である。大

(12)

の点、従来の種々の方式は、特定の座標で交差するような向きの一對の電磁放射ビームを使っている。この場合、種々のビームは、波長が同じであっても異なっているかも知れ、或いはビームが同時にではなく、逐次的に同じ点と交差する場合がある。しかし全ての場合に、ビームの交点だけ、流体媒質の容積内に三次元の物体を形成する為に必要な硬化過程を達成するのに十分なエネルギーレベルまで刺激を受ける。然し、都合の悪いことに、この様な三次元成形装置は、分解能及び露出制御の点で多数の問題がある。交点が流体媒質の中に一層深く移動する時に放射強度が低下すること並びに集束されたスポットの像を形成する分解能が低下することにより、当然乍ら複雑な制御の状態が生ずる。吸収、拡散、分散並びに回折のいづれも、経済的に且つ信頼性をもって、流体媒質の中の深い所で工作することを難しくする。

然し、設計段階から原型段階へ、そして最終的な生産へ速やかに且つ信頼性をもって移ることが出来る様にすること、特に、この様なプラスチック

(14)

ク部品に対する計算機による設計から事実上即座に原型に直接的に移ること、並びに経済的に且つ自動的に大量生産する設備に対する長い間の要望が、設計及び製造の分野に依然としてある。

従って、三次元のプラスチックの物体等の開発及び製造に携わる者は、従来の三次元製造装置の複雑な焦点合せ、整合及び露出の問題を避けながら、設計段階から原型段階へ、そして製造へと速やかに移れる様にする更に敏速で、信頼性があるて経済的で自動的な手段を一層改良するのが望ましいことを認識している。この発明はこれら全ての要望に十分応える。

#### 【発明の要約】

簡単に且つ一般的に云うと、この発明は適当な相乗的な刺激にตอบสนองして、その物理的な状態を変えることが出来る流体媒質の表面に、この物体の相次ぐ隣接した断面積層板を形成することにより、三次元の物体を作成する新規で改良された装置を提供する。相次ぐ積層板は、それらが形成された時に自動的に一体化され、所望の三次元の物体を

(15)

造だけ、その後で次の断面を形成し、その直ぐ前の層に接着して物体を構成する。物体全体が形成されるまで、この過程を続ける。

この発明の方法により、略あらゆる形式の物体の形を作ることが出来る。複雑な形は、プログラム命令を発生し、その後プログラム信号を立体製版形の物体形成装置に送る為に、計算機的作用を使うことによって、作るのが一層容易である。

勿論、粒子の照射（電子ビーム等）、マスクを介して材料を吹付けること、又はインク・ジェットによる化学反応、又は紫外線以外の入射放射の様に、硬化し得る流体媒質に対する他の種類の適当な相乗的な刺激を用いてこの発明を実施しても、この発明の範囲を逸脱しない。

例として云うと、この発明を実施する時、所定の刺激にตอบสนองして凝固し得る流体媒質の本体を最初に任意の適当な容器の中に適当に収容して、相次ぐ断面積層板をそこで作成することの出来る様な、流体媒質の選定された作業面を限定する。その後、紫外線のスポット等の様な適当な種類の相

(17)

限定する。

例として云うと、これに制限するつもりはないが、現在好ましいと考えられる実施例では、この発明は計算機によって発生されたグラフィックの考えを立体製版と組合せて活用する。即ち、製版技術を三次元の物体の製造に応用し、計算機の命令から直接的に三次元の物体を製造するのに、計算機の助けを借りた設計（CAD）及び計算機の助けを借りた製造（CAM）を同時に実行する。この発明は製品開発の設計段階で雛形及び原型を形どる為、又は製造装置として、又は純粋な芸術的な形の為に用いることが出来る。

「立体製版」は、硬化し得る材料、例えば赤外線硬化し得る材料の薄い層を互いに上下に「プリント」することにより、固体の物体を作る方法及び装置である。UV（紫外線）で硬化し得る液体の面又は層を照らすUV光のプログラムされた可動スポット・ビームを使って、液体の表面に物体の固体断面を形成する。その後、物体をプログラムされた形で、一層の厚さだけ液体の表面から

(16)

乗的な刺激をグラフィック・パターンとして流体媒質の特定された作業面に適用し、この面に薄い固体の個別の層を形成する。各層が作ろうとする三次元の物体の隣接する断面を表す。相次ぐ隣接層を、それらが形成された時に、互いに重畳することが自動的に行なわれて、層を一体化し、所望の三次元の物体を限定する。この点、流体媒質が硬化し、固体材料が作業面で薄い積層板として形成される時、最初の積層板が固定されている適当な台を任意の適当な作動装置により、典型的には全てマイクロコンピュータ等の制御の下に、プログラムされた形で作業面から遠ざける。この様にして、最初に作業面に形成された固体材料がこの面から遠ざけられ、新しい液体が作業面の位置に流れ込む。この新しい液体の一部分がプログラムされたUV光スポットによって固体材料に変換されて新しい積層板を限定し、この新しい積層板がそれに隣接する材料、即ち、直ぐ前の積層板に接着によって接続される。三次元の物体全体が形成されるまで、この過程が続けられる。この後、形

(18)

成された物体を容器から取出し、装置は、最初の物体と同一の別の物体、又は計算機によって発生された全く新しい物体を作る用意が出来る。

この発明の立体製版方法及び装置は、プラスチックの物体を作成する為に現在使われている方法に比べて、多くの利点がある。この発明の方法は、設計の配置及び図面を作成したり、加工の図面及び工具を作る必要がない。設計者は直接的に計算機及び立体製版装置で作業することが出来、計算機の出力スクリーンに表示された設計に満足した時、直接的に検査するために部品を製造することが出来る。設計を修正しなければならない場合、これは計算機を通じて容易に行なうことが出来、その後、変更が正しかったことを確かめる為に、もう1つの部品を作ることが出来る。設計によって、相互作用する設計パラメータを持つ幾つかの部品が必要になる場合、部品の全ての設計を迅速に変えて再び作り、組成体全体を、必要があれば反復的に作って検査することが出来るので、この発明の方法は尚更役に立つ。

(19)

るCAD又はCAMシステムに対する長い間存在した要望に応えるものである。

この発明の上記並びにその他の目的及び利点は、以下図面について詳しく説明するところから明らかになる。

#### 【好ましい実施例の説明】

次に図面について説明すると、第1図及び第2図は、立体製版によって三次元の物体を作成するこの発明の基本的な方法及び装置を示すフローチャートである。

紫外線(UV)の照射、又は電子ビーム又は可視光又は非可視光の照射、インク・ジェット又は適当なマスクを介して適用する反応性薬剤の様な他の種類の相乗的な刺激により、固定重合体プラスチックに変化する様に誘発することの出来る数多くの液体状態薬剤が知られている。UV硬化性薬剤は現在高速印刷のインクとして、紙及びその他の材料の被覆プロセスに接着剤として、並びにその他の特殊な分野に現在使われている。

製版は、種々の方式を用いて、グラフィックな

(21)

設計が完了した後、部品の製造を直ちに開始することが出来るので、設計と製造の間の何週間も何ヶ月もが避けられる。最終的な生産速度及び部品のコストは、短期の生産の現在の射出成形のコストと同様にすべきであり、射出成形の場合より労働のコストは一層低くなる。射出成形は、多数の同一の部品を必要とする時だけ経済的である。工具の必要がなく、生産の設定時間がごく短いから、立体製版は短期の生産に役立つ。同様に、この方法を用いると、設計の変更及び注文の部品が容易に得られる。部品を製造するのが容易である為、立体製版は、現在では金属又は他の材料の部品が使われている多くの場所で、プラスチックの部品を使うことが出来る様にする。更に、高価な金属又はその他の材料の部品を作ると言う決定の前に、物体のプラスチックのモデルを素早く且つ経済的に作ることが出来る。

従って、この発明の立体製版方法及び装置は三次元のプラスチックの部品等を速やかに、確実に、正確に且つ経済的に設計して製造することが出来

(20)

物体を再生する技術である。現在の例としては、微小電子回路の製造に使われる様な写真の複製、ゼログラフィ及びマイクロ製版がある。ブロック又は陰極線管に表示された、計算機で発生されたグラフィックも製版の一形式であり、像は計算機で符号化された物体の映像である。

計算機の助けを借りる設計(CAD)及び計算機の助けを借りる製造(CAM)は、計算機の能力を設計及び製造の過程に応用する技術である。CADの典型的な例は、電子プリント配線の設計の分野であり、この場合、計算機及びブロックが、設計パラメータが計算機のデータ入力として与えられると、印刷配線板の設計を描く。CAMの典型的な例は、数値制御のフライス盤であり、適当なプログラミング命令が与えられると、計算機及びフライス盤が金属部品を作る。CADもCAMも重要であって、急速に成長している技術である。

この発明の主な目的は、コンピュータで発生されたグラフィックの考えをUV硬化性プラスチックと組合せて活用して、CAD及びCAMを同時

(22)

に実行し、計算機の命令から直接的に三次元の物体を作ることである。この発明は、立体製版と呼ぶが、製品開発の設計段階で雛形及び原型を形どる為、又は製造装置として或いは美術的な形として使うことが出来る。

第1図について説明すると、この発明の立体製版方法が広義に説明されている。第1図の工程10は、形成しようとする三次元の物体の断面を表す個別の固体の積層板を作成することを表す。工程11は、工程10が正しく行なわれた場合にだけ行なわれるのが本質的であるが、相次いで形成された隣接する積層板を組合せて、装置にプログラムされた所望の三次元の物体を形成し、選択的に硬化を行なわせる、この為、この発明の立体製版装置は、入射する放射、電子ビーム又はその他の粒子の照射、又は(インク・ジェットか、或いは流体の表面に隣接するマスクを介しての吹付けによって)適用された薬剤の様な適当な相乗的な刺激に反応して、その物理的な状態を変えることが出来る流体媒質、例えばUV硬化性液体等の選ば

(23)

れる面で物体が作られて、無限の数の積層板が得られる様にし、各々の積層板が厚さゼロよりも極く僅かしか大きくない硬化した深さを持つ様にするのである。勿論、この発明を実際に用いる時、各々の積層板は薄い積層板ではあるが、断面を形成して、形成される物体の他の断面を限定する隣接する積層板に接着する際に適当な凝集性を持つ位の厚さがある。

第2図の工程14は、相次ぐ隣接した層又は積層板をそれらが形成された時に互いに重畳して、種々の層を一体化して、所望の三次元の物体を限定することを要求している。この発明を普通に実施する時、流体媒質が硬化して、固体材料が形成されて、1つの積層板を構成する時、その積層板を流体媒質の作業面から遠ざけ、前に形成された積層板に置き代わる新しい液体の中に次の積層板が形成され、この為、各々の相次ぐ積層板が他の全ての断面積層板と重畳されて(硬化した流体媒質の自然の接着性によって)一体となる。この為、この様な断面積層板を製造する過程は、三次元の

(25)

れた面に、形成しようとする物体の断面パターンを作ることにより、三次元の物体を作成する。物体の相次ぐ隣接した断面を表す相次ぐ隣接した積層板が自動的に形成され、一体化されて、物体の段階的な層状の又は薄層形の構成を作り、こうして形成過程の間、流体媒質の略平面状又はシート状の面から三次元の物体が形成され且つ引き上げられる。

上に述べた方法が第2図に更に詳しく述べられている。第2図では、工程12で、所定の反応性刺激に反応して凝固し得る流体媒質を収容することが要求される。工程13は、この刺激を選定された流体表面にグラフィック・パターンとして適用して、その表面に薄い固体の個別の層を形成することを要求する。各層が作ろうとする三次元の物体の隣接する断面を表す。この様な各々の層は、形成される三次元の物体の分解能を最大にすると共に正確に再現する為、この発明を実施する間、出来るだけ薄く作ることが望ましい。この為、理想的な理論的な状態は、流体媒質の選定された作

(24)

物体全体が形成されるまで何回も繰り返される。その後、物体を取り外し、装置は別の物体を製造する用意が出来る。この物体は、前の物体と同一であってもよいし、或いは立体製版装置を制御するプログラムを取り替えることにより、全く新しい物体にすることが出来る。

第3図乃至第8図は、第1図及び第2図のフローチャートで示した立体製版方法を実施するのに適した種々の装置を示している。

前に述べた様に、「立体製版」は、硬化性材料、例えばUV硬化性材料の薄い層を互いに上下に相次いで「プリント」することによって、固体の物体を作る方法及び装置である。UV硬化性液体の表面又は層を照らすUV光のプログラムされた可動スポット・ビームを使って、液体の表面に物体の固体断面を形成する。この後、プログラムされた形で、一層の厚さだけ物体を液体の表面から遠ざけ、次の断面を形成し、直ぐ前の層と接着して物体を限定する。物体全体が形成されるまで、この過程を続ける。

(26)

この発明の方法により、略あらゆる形式の物体の形を作ることが出来る。プログラム命令を発生して、このプログラム信号を立体製版物体形成装置に送るのに計算機的作用を使うことにより、複雑な形を一層容易に作ることが出来る。

現在好ましいと考えられる実施例の立体製版が第3図に側面断面図で示されている。容器21にUV硬化性液体22等を充填し、選定された作業面23を定める。紫外線26等のプログラム可能な源が面23の平面内に紫外線スポット27を作る。光源26の一部分である鏡又はその他の光学又は機械的な素子(図に示してない)の移動により、スポット27は面23にわたって移動し得る。面23上のスポット27の位置が計算機またはその他のプログラミング装置28によって制御される。容器21の内側にある可動の昇降台29を選択的に上げ下げすることが出来る。台の位置が計算機28によって制御される。この装置が動作する時、30a, 30b, 30cに示す様な一体化した積層板を歩進的に積上げることにより三次元

(27)

或る新しい物体を作ることが出来る。

硬化性液体22、例えばUV硬化性液体は幾つかの重要な性質を持っていなければならない。

(A) これは実用的な物体形成時間が得られる様に、利用し得るUV光源で早く硬化しなければならない。(B) 接着性があり、相次ぐ層が互いに接着する様にしなければならない。(C) その粘度が十分低く、昇降台が物体を動かした時、新鮮な液体の材料が面に素早く流れ込む様にしなければならない。(D) UVを吸収して、形成された被膜が妥当に薄くなる様にすべきである。(E) 液体状態で或る溶媒に妥当に可溶性であって、固体状態では同じ溶媒に対して妥当に不溶性であって、物体が形成された後、物体からUV硬化性液体及び途中まで硬化した液体を洗い落とすことが出来なければならない。(F) 出来るだけ非毒性で非刺激性にすべきである。

硬化した材料は一旦それが固体状態になった時、所望の性質を持っていなければならない。こういう性質は、他のプラスチック材料を普通に使う場

(29)

の物体30が出来る。

UV硬化性液体22の表面は容器21内の一定の高さの所に保ち、この液体を硬化させ、それを固体材料に変換する位の強度を持つUV光のスポット27又はその他の適当な種類の反応性刺激をプログラムされた形で作業面23にわたって移動する。液体22が硬化して固体材料が形成される時、最初は面23の直ぐ下にあった昇降台29を適当な作動装置によって、プログラムされた形でこの面から下に下げる。この様にして、最初に形成された固体材料は面23の下に来る様になり、新しい液体22が面23に流れ込む。この新しい液体の一部分がプログラムされたUV光スポット27によって固体材料に変換され、この新しい材料がその下にある材料と接着によって接続される。三次元の物体30の全体が形成されるまで、この過程を続ける。その後、物体30を容器21から取出し、装置は別の物体を作る用意が出来る。その後、もう1つの物体が作ることが出来、或いは計算機28のプログラムを取り替えることにより、

(28)

合と同じで、用途に関係する。色、生地、強度、電気的な性質、可燃性及び可撓性が考慮すべき性質である。更に、多くの場合、材料のコストも重要である。

実用的な立体製版装置(例えば第3図)の現在好ましいと考えられる実施例で使われたUV硬化性材料は、ロクタイト・コーポレイションによって製造される変性アクリレートであるポッティング・コンパウンド363である。典型的なUV硬化性材料を作る方法が、米国特許第4,100,141号に記載されている。

光源26が、物体の所望の細部を形成することが出来る位に小さく、且つ使われるUV硬化性液体を実用的になる位に敏速に硬化させる位の強度を持つUV光のスポット27を発生する。源26はオン及びオフに転ずると共に、集束スポット27が液体22の面23を横切って移動する様にプログラムすることが出来る様に構成される。この為、スポット27が移動する時、それが液体22を固体に硬化させ、チャート式記録装置又は製図装置

(30)



がペンを使って紙の上にパターンを描くのと大体同じ様に、面の上に固体パターンを「描く」。

現在好ましいと考えられる実施例の立体製版装置の光源26は、ハウリング内にある350ワットの短アーク水銀灯を用いており、ハウリングの光出力を直径1mmのUV透過性光学繊維束(図に示してない)の端に集束した。水銀灯に近い方の束の端を水冷し、灯と束の端の間に電子的に制御されるシャッタ・ブレードを設け、束を通る光をオン及びオフに転ずることが出来る様にした。束は長さ1mであり、光出力は、UVをスポットに集束する為に石英レンズを持つレンズ管に送込んだ。光源26は直径1mmより若干小さいスポットを発生することが出来、約1ワット/cmの長波UV強度を持っている。

第3図の装置では、面23を一定の高さに保ち、物体を取去った後、この材料を補給する手段を設けて、焦点スポット27が一定の焦点平面に鮮鋭に合焦状態にとどまり、こうして作業面に沿って薄い層を形成する際の分解能を最大になるように

(31)

デジタル・プロッタがいらない。最終的には、UVレーザが短アーク灯よりも一層良い光源になろう。立体製版過程の速度は主に光源の強度とUV硬化性液体の応答とによって制限される。

昇降台29を使って形成する物体30を支持し且つ保持すると共に、必要に応じてそれを上下に動かす。典型的には、1つの層が形成された後、物体30を次の層のレベルを越えて移動して、固体が形成された所で面23に残された一時的な空所に液体22が流れ込むことが出来る様にし、その後次の層に対する正しい高さに戻す。昇降台29に対する条件は、適当な速度で、適当な精度でプログラムされた通りに動かすことが出来ること、形成する物体の重量に耐える位に丈夫であることである。更に、設定段階並びに物体を取外す時、昇降台の位置の手動の微細調節が役立つ。

第3図の実施例の昇降台29は、アナログ・プロッタ(図に示してない)に取付けた台である。このプロッタが、計算機28のプログラム制御の下に、内部にデジタル・アナログ変換器を持つ

(33)

保証することが出来る。この点、作業面23に強度の強い領域が得られる様に焦点を形成し、急速に低い強度に消散して、硬化過程の深さを制限して、形成する物体に対して適当な最も薄い断面積層板が得られるようにするのが望ましい。これは、焦点距離の短いレンズを使い、源26を出来るだけ作業面に近づけて、流体媒質に入る焦点コーンにおける消散が最大になる様にして達成するのが最もよい。その結果、分解能が実質的に高くなる。

ヒューレット・パッカード社によって製造されるH-P9872型デジタル・プロッタ(図に示してない)を用いて光源26を動かす。レンズ管をプロッタのペン・カトリッドに取付け、普通のグラフィック指令を用いて、計算機28によってプロッタを駆動する。シャッタは、計算機の指令を使って、H-P3497A型データ収集/制御装置によって制御する。

物理的にこの他の形の光源26又はその均等物を用いることが出来る。走査は光学走査器を用いて行なうことが出来、こうすれば光学繊維束及び

(32)

H-P3497A型データ収集/制御装置によって駆動される。

この発明の立体製版装置の計算機28は基本的に2つの作用を持つ。1番目は、オペレータが三次元の物体を設計するのを、それを作ることが出来る様ような形で助けることである。2番目は、この設計を、写真製版の他の部品に対する適切な指令に変換し、こういう指令を物体が形成される様に送り出すことである。或る用途では、物体の設計が存在しており、計算機の作用は適当な命令や指令を送り出すことだけである。

理想的な場合、オペレータは物体を設計して、計算機28のCRTスクリーンに三次元で見ることが出来る。オペレータが設計が終わった時、計算機28に物体を作る様に命令し、計算機が立体製版用の部品に対して適当な命令を出す。

この発明の実際に用いられた例では、計算機28はH-P9816であって、ペーシック・オペレーティング・システムを用いる。典型的なプログラムが付録Aに示されている。このシステムでは、

(34)

オペレータがH-Pグラフィック・ランゲージ(3497Aに対する指令構造)及びベーシック・ランゲージの指令を用いてプログラムする。オペレータはUV硬化性時間に対する適当な露出時間及び速度をも設定しなければならない。この装置を動作させる為、物体の像を作り、立体製版装置をこの物体を作る様に駆動する為のプログラムを書く。

昇降台29は、機械式、空気圧式、流体圧又は電気式であってよく、その位置を精密に制御する為に光又は電子回路の帰還を用いることが出来る。昇降台29は典型的にはガラス又はアルミニウムで作られるが、硬化したプラスチック材料が接する任意の材料が適している。

成る場合には、計算機28が不要なり、特に簡単な形しか形成しない場合、一層簡単な専用のプログラミング装置を使うことが出来る。この代わりに、計算機制御装置28が、別の更に複雑な計算機によって発生された命令を単に実行するだけであってもよい。これは、幾つかの立体製版装置

(35)

を溶解する溶媒の中で、超音波で洗滌する。その後、物体30を強い紫外線の溢光、典型的には、200ワット/インチのUV硬化灯の下に置き、硬化過程を完了する。

更に、この発明を実施する時、幾つかの容器21を用いることが出来る。各々の容器は、相異なる種類の硬化性材料を持っていて、立体製版装置によって自動的に選択することが出来る。この場合、種々の材料は違う色のプラスチックであってもよいし、或いは電子製品の種々の層に利用し得る絶縁材料及び導電材料の両方を持ってよい。

他の図面についてこの発明のこの他の実施例を説明するが、図面全体にわたり、第3図に示したこの発明の好ましい例について説明したのと同様な部分には、同じ参照数字を用いている。

第4図には、別の形の立体製版装置が示されている。この場合、UV硬化性液体22等が一層重いUV透過性液体32の上に浮いている。液体32は硬化性液体22と非混和性であって且つそれをぬらさない。例として云うと、中間の液体層32

(37)

を使って物体を作り、別の装置を用いて形成すべき物体を最初に設計する場合がそうである。

計算機によって制御されるポンプ(図に示していない)を使って、作業面23の所に液体22の一定の液位を保つことが出来る。周知の適当な液位検出装置及び帰還回路を用いて、流体ポンプを駆動するか、或いは液体変位装置を駆動し、昇降台を流体媒質の中に一層深く移動する時に流体媒質の外へ移動する密実な棒(図に示していない)を駆動し、流体容積の変化を帳消しにし、面23に一定の流体の液位を保つことが出来る。この代わりに、源26を感知した液位22に対して移動し、作業面23に鮮鋭な焦点を自動的に保つことが出来る。これらの全ての代案は、計算機制御装置28と共に作用する普通のソフトウェアにより容易に達成することが出来る。

三次元の物体30が形成された後、昇降台29を高くし、物体を台から取外す。典型的には、この後、物体をアセトンの様に、硬化した固体の媒質は溶解しないが、未硬化の流体媒質の液体状態

(36)

としては、エチレン・グリコール又は重水が通している。第4図の装置では、第3図の装置に示す様に、液体媒質の中に入り込む代わりに、三次元の物体30が液体22から引き上げられる。

第4図のUV光源26が液体22と非混和性の中間液体層32との間の界面にスポット27を集束する。UV放射は、容器21の底に支持された石英等で作られた適当なUV透過性の窓33を通過する。硬化性液体22は非混和性の層32の上に極く薄い層として設けられ、この為、理想的には極く薄い積層板を作るべきであるから、硬化の深さを制限する為に吸着等だけに頼る代わりに、層の厚さを直接的に制限すると云う利点がある。この為、形成領域が更に鮮鋭に限定され、第4図の装置を用いれば、第3図の装置よりも、成る面は一層滑らかに形成される。更に、UV硬化性液体22は一層少ない容積で済み、成る硬化性材料と別の硬化性材料との取り替えが一層容易である。

第5図の装置は第3図の装置と同様であるが、可動のUV光源26がなく、プログラムされた源

(38)

26及び集束スポット27の代わりに、コリメートされた幅の広いUV光源35と適当な開口マスク36とを用いている。開口マスク36は作業面23に出来るだけ近づけ、UV光源35からのコリメートされた光がマスク36を通過して、作業面23を露出し、こうして第3図及び第4図の実施例と同じ様に、相次ぐ隣接した積層板を作る。然し、固定マスク36を使うことにより、三次元の物体は一定の断面形のものが得られる。この断面形を変える時には、その特定の断面形に対する新しいマスク36に取り替えて、正しく整合させなければならない。勿論、面23と整合する様に相次いで移動させられるマスクのウェブ(図に示してない)を設けることにより、マスクを自動的に交換することが出来る。

第6図も前に第3図について述べたものと同様な立体製版装置を示している。然し、光源26及び焦点スポット27の代わりとして、陰極線管(CRT)38、光学繊維のフェースプレート39及び水(又はその他の)離型層40を設ける。こ

(39)

は普通的位置にある調節自在の昇降台29aを示しており、第8図は90°回転した台29aを示しており、この為、三次元の物体30の片側に追加として、写真製版によって形成された補助的な構造41を選択的に形成することが出来る。

商業的な立体製版装置は、第3図乃至第8図に略図で示した装置についてこれまで説明したもの以外に、追加の部品及び部分装置を持っている。例えば、商業的な装置は枠及びハウジングと制御パネルとを持っている。更に、オペレータを過剰のUV光及び可視光から遮蔽する手段も持っているはずであり、形成されている間に物体30を見ることが出来る様にする手段も持っていることがある。商業的な装置は、オゾン及び有害な煙を制御する安全手段や、高圧安全保護及び連動装置をも持っている。この様な商業的な装置は、影響を受け易い電子回路を雑音源から有効に遮蔽する手段をも持っている。

前に説明した様に、この他の多数の装置を利用して、この発明の立体製版方法を実施することが

(41)

の為、計算機28からCRT38に供給されたグラフィック像が管のUV放射光体面に形成像を作り、そこで光学繊維層39及び離型層40を通過して、流体媒質22の作業面23に入る。他の全ての点で、第6図の装置は、これまで説明した実施例と全く同じ様に、形成しようとする所望の三次元の物体を限定する相次ぐ断面積層板を形成する。

第7図及び第8図は、昇降台29が別の実施例を持っていて、物体30の異なる面を他の構成方法のために露出することが出来る様にした自由度の立体製版装置を示している。同様に、立体製版方法は「つけ加え」方法として用いることが出来る。昇降台29を使って、補助的な立体製版処理の為に、別の部分を拾い且つ位置決めすることが出来る。この点、第7図及び第8図に示す装置は第3図と同一であるが、第7図及び第8図の装置では、昇降台29が枢軸ピン又は丁番部材42の周りに手動で又は自動的に制御されて回転する2番目の自由度を持っている点異なる。この点、第7図

(40)

出来る。例えば、UV光源26の代わりに、電子源、可視光源又はX線源又はその他の放射源を使うことが出来、こう云う特定の種類の反応性刺激に反応して硬化する適当な流体媒質を用いることが出来る。例えば、UV光を用いて若干予め重合させたアルファオクタデシルアクリル酸を電子ビームを用いて重合させることが出来る。同様に、ポリ(2,3-シクロロ-1-プロフィル・アクリルレート)をX線ビームを用いて重合させることが出来る。

この発明の立体製版方法及び装置は、プラスチックの物体を製造する為に現在使われている方法に比べて多くの利点がある。この発明の方法は、設計の配置及び図面を作る必要がなく、加工図面及び工具を作る必要もない。設計者は直接的に計算機を及び立体製版装置を相手として作業することが出来、計算機の出たスクリーンに表示された設計に満足した時、直接的に検討する為に、部品を製造することが出来る。設計を変更しなければならない時、計算機を通じてその変更を容易に行

(42)

なうことが出来、その後もう1つの部品を作って、その変更が正しかったことを検証することが出来る。設計が相互作用をする設計パラメータを持つ幾つかの部分が必要とする場合、全ての部分の設計を素早く変更し且つ再び作ることが出来、この為全体の集積体を、必要であれば、反復的に作って検査することが出来るので、この発明の方法は尚更役立つ。

設計が完成した後、部品の製造を直ちに始めることが出来、この為、設計と製造の間に何週間も何ヵ月もかかることが避けられる。最終的な生産速度及び部品のコストは、短期的な生産用の現在の射出成形のコストと同様にすべきであり、射出成形よりも労賃は一層低くすることが出来る。射出成形は、多数の同一の部品を必要とする時にだけ経済的である。立体製版は短期的な生産に有用である。これは、工具の必要がなく、生産の設定時間が極く短いからである。同様に、この方法を使うと、設計の変更及び注文製の部品が容易に得られる。部品を作るのが容易である為、立体製版

(43)

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図及び第2図はこの発明の立体製版方法を実施するのに用いられる基本的な考えを示すフローチャート、第3図はこの発明を実施する装置の現在好ましいと考えられる実施例の側面断面図と組合せたブロック図、第4図はこの発明を実施する為の2番目の実施例の側面断面図、第5図はこの発明の3番目の実施例の側面断面図、第6図はこの発明の更に別の実施例の側面断面図、第7図及び第8図は多数の自由度を持つ昇降台を取り入れる様に第3図の立体製版装置を変更した場合の部分的な側面断面図である。

#### 【主な符号の説明】

21…容器、22…UV硬化性液体、23…作業面、26…光源、28…計算機、29…昇降台、30…物体。

特許出願人 代理人  
弁理士 門 間 正



(45)

は、現在では金属又はその他の材料の部品が使われている多くの場所で、プラスチックの部品を使うことが出来る様にする。更に、一層高価な金属又はその他の材料の部品を製造する決定を下す前に、物体のプラスチックのモデルを迅速に且つ経済的に作ることが出来る。

以上の説明から、この発明を実施する為の種々の立体製版装置を説明したが、それらが略二次元の面を描き、この面から三次元の物体を引き上げると云う考えを共通に持っていることは明らかであろう。

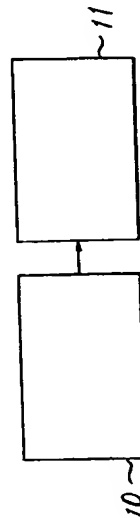
この発明は、三次元のプラスチックの部品等を迅速に、確実に、正確に且つ経済的に設計して、製造することが出来るCAD及びCAM装置に対する従来長い間あった要望に応える。

以上の説明から、この発明の特定の形式を図示し且つ説明したが、この発明の範囲内で種々の変更を加えることが出来ることは明らかであろう。従って、この発明は特許請求の範囲の記載のみに限定されることを承知されたい。

(44)

図面の詳細(内容に変更なし)

第1図



第2図

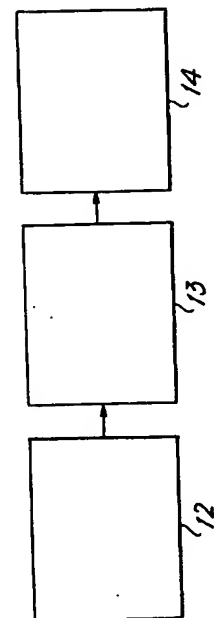


図 3

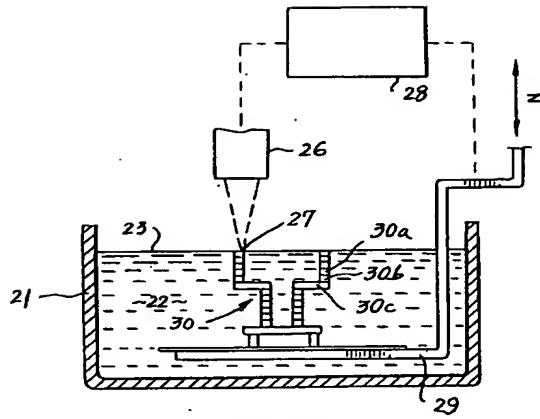


図 4

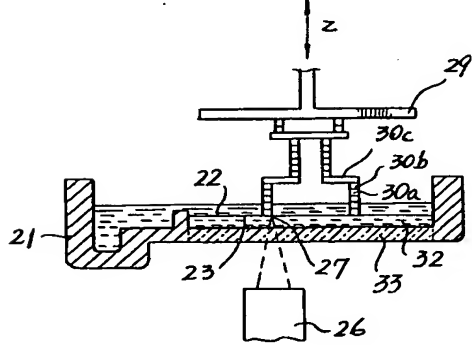


図 5

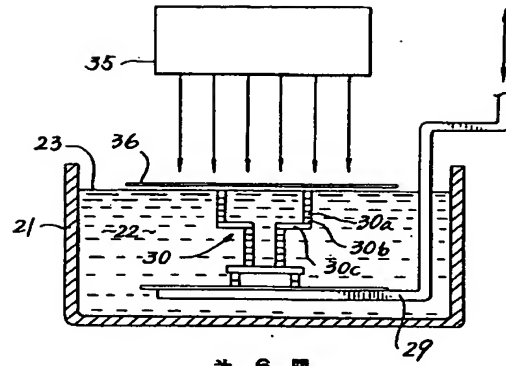


図 6

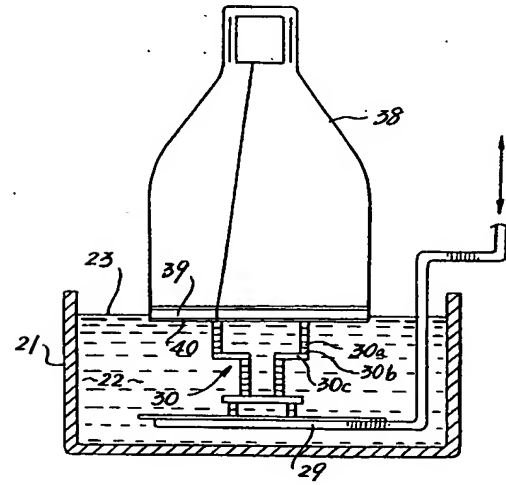


図 7

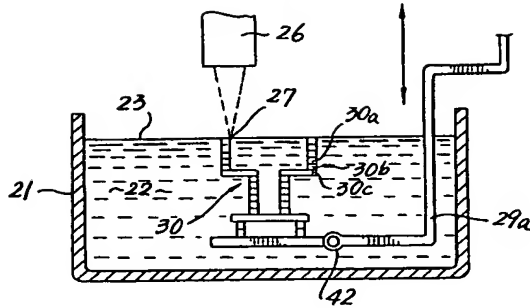
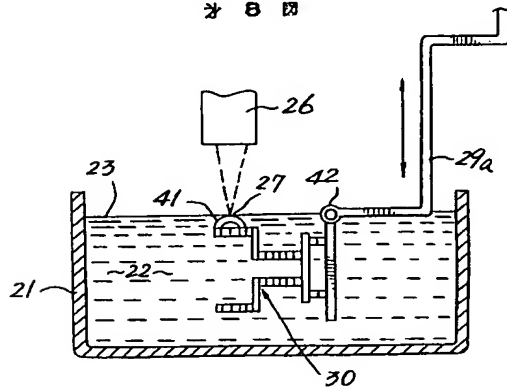


図 8



手続補正書 (自発)

昭和60年11月14日

特許庁長官 宇賀 道 郎 殿

1. 事件の表示  
特願昭60-173347号
2. 発明の名称  
三次元の物体を作成する方法と装置
3. 補正をする者  
事件との関係 特許出願人  
名 称 ユーグイービー インコーポレイテッド
4. 代 理 人  
〒107 東京都港区赤坂2丁目2番21号  
第26森ビル301号  
弁 理 士 戸 田 正 一  
コード第8380号 電話586-3877番(代表)



5. 補正命令の日付 昭和年月日(自発)
6. 補正の対象  
(1) 願書の特許出願人代表者の欄  
(2) 図面全部の浄書(但し、内容についての変更はない)  
(3) 委任状及び訳文
7. 補正の内容  
別 紙 の 通 知  
60.11.14  
第26森ビル301号
8. 添付書類  
(1) 訂正願書 1通  
(2) 浄書図面 1通  
(3) 委任状及び訳文方式審査 各1通  
杉 本